

Title	コンクリートのせん断試験機器の設計製作
Author(s)	平野, 裕一
Citation	京都大学大学院工学研究科技術部報告集 (2018), 15: 48-49
Issue Date	2018-06
URL	http://hdl.handle.net/2433/231966
Right	
Type	Article
Textversion	publisher

コンクリートのせん断試験機器の設計製作

平野 裕一

京都大学大学院工学研究科技術部

1.はじめに

コンクリート構造形式のひとつにプレストレストコンクリート(以下、PC という)がある。コンクリートは、圧縮力に強いが、引張力に弱いという性質がある。その弱い引張力を補うため、引張力に強い鉄筋を用いた構造が鉄筋コンクリートである。さらに積極的にコンクリートの引張力に対抗するため、あらかじめコンクリートに圧縮力を加えておき、コンクリート構造物の使用時の荷重や、コンクリート構造物自体の重さによる引張方向の変形に対抗する構造が PC である。コンクリートに圧縮力を加えるのには、鉄筋とは別の専用の鋼材(以下、PC 鋼材という)を用いる。PC の技術を効果的に用いることにより、橋脚を少なくでき長大橋が可能になる、建物の柱を少なくでき広い室内空間が可能になる、といった利点があり、現在のコンクリート構造物には欠かせない技術である。

一方、近年、PC の技術を用いた構造物は建設後数十年を経過したものが増えてきており、様々な原因により PC 鋼材の腐食が発生しているものがある。PC 構造物は、PC 鋼材により構造物の形状を維持しているため、PC 鋼材の破断は構造物の破壊につながる。

PC の補修方法の一つとして、外ケーブル補強工法がある。新設時には通常、コンクリート内部に PC 鋼材を通してコンクリートに緊張力を与える。既設コンクリートの補修の場合、コンクリート内部に PC 鋼材を通すことが困難であるために、必要な箇所には PC 鋼材設置部分を設け、コンクリートの外側から緊張力を与える。PC 鋼材設置部分には、ブラケットと呼ばれる定着部を設ける。定着部は外ケーブルの緊張力を既設構造物に確実に伝達できる構造でなければならない。そのため、ブラケット構造の設計は非常に重要なものとなり、この構造に関する研究が進められている。

そして、ブラケット構造と既設構造物の接着を評価する方法の一つに、接合部のせん断応力に対抗する力を比較する試験が考えられている。その要素試験として、直接せん断試験を実施し、せん断応力の作用がブラケットと既設コンクリートの接着面の挙動に与える影響を実施した。

本報告では、直接せん断試験機器を設計し製作するまでの経緯、設計内容の詳細を紹介する。

2.設計までの経緯

担当の研究室の先生、学生から実験の目的と既往文献の図を示され、設計製作を依頼された。よりふさわしいと考えられた既往文献の図から学生が描いた概略図が図 1 である。上下部のコの字型が金具であり、その金具にはさまれている長方形がコンクリート試験体である。この状態で設置したのち、上部の金具を上から万能試験機で押し、コンクリートを載荷する。すると、上部の金具の両端それぞれと、下部の金具 2 個の向かい合う内側端部それぞれの間に、鉛直方向にせん断力が加わる。

コンクリート試験体の断面は、100 mm×100 mm の正方形であり、想定される最大のせん断強度は 10 N/mm^2 であり最大載荷荷重は 200 kN となる。せん断強度 S は、最大荷重を P 、試験体断面積を A とすると、 $S=P/(2A)$ となる。係数の 2 は、せん断破壊断面が 2 面できることによる。

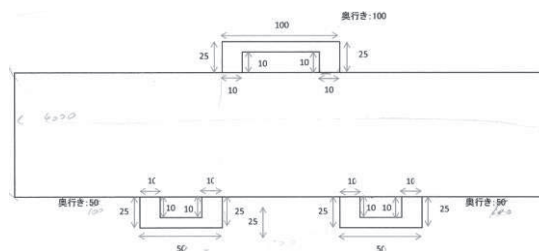


図1 せん断試験の概略図
(学生の構想)

外方向に飛び出す可能性があるため、下部の2個の金具は双方を固定できる構造とし調整可能な設計とした。概略図を図 2 に示す。この設計から製作したせん断試験機器を写真 1 に示す。写真 1 の上部の金具は設置状態とは上下逆さである。

2.設計の改良

この装置で試験をしたところ、試験体のせん断破壊を起こしたい箇所になく設置できない、狙ったところにせん断破壊を起こすことができない、といった不具合が判明した。そこで、上部の金具も位置を調整可能になるような構造に設計を直した。製作した上部の金具を写真 2 に示す。写真 2 の上部の金具は設置状態とは上下逆さである。改良した機器でせん断試験した様子の例を写真 3、写真 4 に示す。この例では、接着部分にせん断力が作用するよう設置している。試験体中央部分が既設コンクリート、両外側部分がブラケットをそれぞれ模擬している。接着面の処理方法、接着剤の量によって、母材内での破壊または接着材と母材との界面での破壊が観察される。

3.構造計算

通常のコンクリートに対する試験では特に問題は生じないと思われたが、念のため降伏と座屈を確認した。構造計算に必要なデータを以下に示す。荷重は、導入を想定する最大の荷重とした。試験体の予期せぬ変形を考慮し、支点 1 箇所に全荷重がかかるとして計算した。

比重(鉄鋼): 7.85 g/cm^3 、ヤング率(鉄鋼): $E = 2.06 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$,

降伏点(SS400, 厚さ $6 \leq t \leq 16$): 245 N/mm^2 ,

導入荷重: $P = 2.00 \times 10^5 \text{ N}$ 、支点: $100 \times 10 \text{ mm}$, $L = 10 \text{ mm}$,

断面 2 次モーメント: $I = 8.33 \times 10^3 \text{ mm}^4$

載荷時の最大応力は、 $2.00 \times 10^5 / (100 \times 10) = 200 \text{ N/mm}^2$ となり、 $200 < 245$ となるので、今回の載荷範囲では降伏しない。

座屈荷重 P_b を単軸圧縮とみなしオイラーの式(1)により計算した。

$$P_b = \frac{m\pi^2 EI}{L^2} \quad (1)$$

ここで、 m は柱端の条件による定数であり、固定端-自由端の $m = 0.25$ とした。 $P_b = 4.23 \times 10^7 \text{ N}$ となり、 $P < P_b$ となるので、今回の載荷範囲では座屈は生じない。

これより、構造的に問題がないことを確認した。

4.おわりに

研究の目的に合致し、安全に試験できる試験機器を設計し製作した。そして、試行錯誤しながら、より適切な試験を行えるよう、試験機器を改良し、研究に資している。

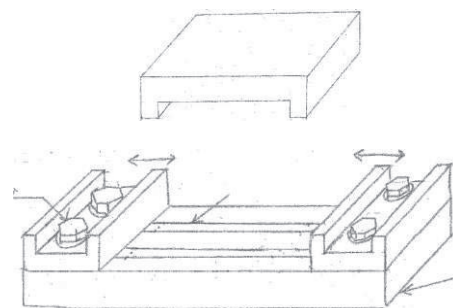


図 2 設計したせん断試験機器の概略図



写真 1 製作したせん断試験機器



写真 2 改良した上部金具

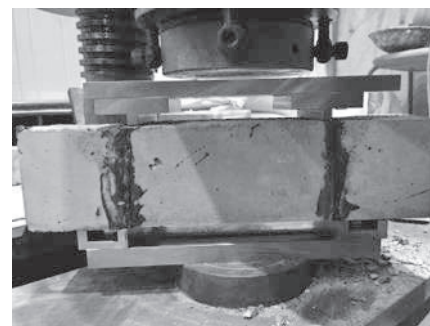


写真 3 せん断試験の様子の例



写真 4 試験後の様子の例